

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 8 月 18 日 (18.08.2005)

PCT

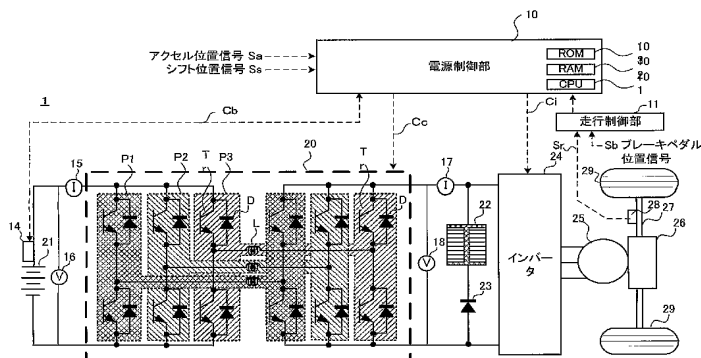
(10) 国際公開番号
WO 2005/076433 A1

- (51) 国際特許分類: **H02J 7/34**, B60L 11/18, H01M 8/00, 8/04, H02J 7/00, H02M 3/155
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/001875
- (22) 国際出願日: 2005 年 2 月 2 日 (02.02.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-026743 2004 年 2 月 3 日 (03.02.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 石川 哲浩 (ISHIKAWA, Tetsuhiro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 矢野 剛志 (YANO, Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 吉田 寛史 (YOSHIDA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 稲葉 良幸, 外 (INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー23階 TMI総合法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,

[続葉有]

(54) Title: HYBRID FUEL CELL SYSTEM AND VOLTAGE CONVERSION CONTROL METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: ハイブリッド燃料電池システム及びその電圧変換制御方法



Sa... ACCELERATOR POSITION SIGNAL
Ss... SHIFT POSITION SIGNAL
10... POWER CONTROL UNIT
11... RUNNING CONTROL UNIT
Sb... BRAKE PEDAL POSITION SIGNAL
24... INVERTER

(57) Abstract: There is provided a hybrid fuel cell system capable of improving the converter efficiency. The hybrid fuel cell system (1) includes a fuel cell (22) and a storage battery (21) which are connected via a voltage converter (20). The voltage converter (20) has a plurality of phases (P1, P2, P3) and is configured so that the number of operation phases can be modified according to the power passing through the voltage converter (20). Since the number of phases can be modified according to the power passing through the voltage converter (20), it is possible to select the number of phases having a higher efficiency for performing voltage conversion according to the passing power, thereby significantly improving the efficiency in the voltage converter (20).

(57) 要約: コンバータにおける効率改善を図るハイブリッド燃料電池システムを提供する。燃料電池 (22) と蓄電装置 (21) とを電圧変換器 (20) を介して接続するハイブリッド燃料電池システム (1) において、電圧変換器 (20) は複数相 (P1, P2, P3) を備えるものであって、電圧変換器 (20) を通過するパワーに応じて運転する相数を変更可能に構成されている。電圧変換器 (20) を通過するパワーに応じて相数を変更可能に構成されているので、通過パワーに応じて、よ

[続葉有]



WO 2005/076433 A1



BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

ハイブリッド燃料電池システム及びその電圧変換制御方法

技術分野

- 5 本発明は、ハイブリッド燃料電池システムに係り、特に高圧コンバータの効率を高めることが可能な燃料電池システムに関する。

背景技術

- 電気自動車等に搭載される燃料電池システムでは燃料電池の発電応答性では追従できないような負荷変動に対応する等のため、バッテリーの出力を昇圧または
10 降圧して燃料電池の出力端子に接続するハイブリッドシステムを利用する場合がある。

- このようなハイブリッド燃料電池システムにおいて、その運転効率を考慮した技術として、例えば、特開 2 0 0 2—1 1 8 9 7 9 号公報には、燃料電池とバッテリーとの最大出力比を、燃料電池が全体出力の 6 5 ～ 8 0 % になる範囲で設定し、
15 D C—D C コンバータでの損失を抑制することが開示されている。

発明の開示

- しかしながら、上記技術ではコンバータそのものについての利用方法によって効率改善をする点が考慮されていなかった。そのため必ずしも効率が良い条件で
20 コンバータが利用されているとは限らず、全体的には最善の効率が追求されてはいなかった。

そこで本発明は、コンバータにおける効率改善を図ったハイブリッド燃料電池システムを提供することを目的とする。

上記課題を解決するために、本発明は、燃料電池と蓄電装置とを電圧変換器を

介して接続するハイブリッド燃料電池システムにおいて、電圧変換器は複数相を備えるものであって、電圧変換器を通過するパワーの相当値に応じて、使用させる該相の数を変更する制御部を備える。

また本発明は、燃料電池と蓄電装置とを電圧変換器を介して接続するハイブリッド燃料電池システムにおいて、電圧変換器は複数相を備えるものであって、電圧変換器の入出力変換エネルギー量または作動仕事量の相当値に応じて運転する相数を変更可能に構成されていること、を特徴とする。

さらに本発明は、燃料電池と蓄電装置とを電圧変換器を介して接続するハイブリッド燃料電池システムの電圧変換制御方法において、電圧変換器が複数相を備えている場合に、電圧変換器を通過するパワーの相当値を検出し、検出された該相当値に対応させて、使用させる該相の数を変更する。

複数相を備えた電圧変換器は当該変換器の入出力変換エネルギー量または作動仕事量の相当値に応じて変換効率が変化する。一般に、複数相を備える電圧変換器では、電圧変換器を通過するパワーの相当値、例えば、入出力変換エネルギー量または作動仕事量によって変換器中で失われるエネルギー、すなわち損失が変動する。ここで、複数相駆動の場合の効率とそれより少ない相で駆動した場合の効率とでは、効率の良い相数が増える場合がある。これは、リアクトル成分によって失われるリアクトル銅損、IGBT等のスイッチング素子の動作に纏わり発生する素子損失、リアクトル成分により失われるリアクトル鉄損等が総合的に作用して効率が定まることに起因している。上記構成によれば、電圧変換器を通過するパワーの相当値、例えば入出力変換エネルギー量または作動仕事量の相当値に応じて相数を変更可能に構成されているので、これら相当値に応じて、より効率の高い相数を選択して電圧変換することができ、電圧変換器における効率を大幅に改善することができる。

ここで本発明において「蓄電装置」には限定はなく、例えば、ニッケル－水素電池や鉛蓄電池を単数または複数積層したものである。

また「電圧変換器」は複数相から構成される直流電圧変換機能を有するコンバータ（DC－DCコンバータ）である。

- 5 さらに「電圧変換器の入出力変換エネルギー量または作動仕事量の相当値」とは、電圧変換器において電圧変換にかかるエネルギー量や仕事量に対応するもので、具体的には電力値、電流値、その他のパラメータが相当する。電圧変換器の変換効率が好適な相数を選択するための指標になるものならば特に限定はない。

- 10 例えば電圧変換器は三相ブリッジ形コンバータであり、当該電圧変換器の入出力変換エネルギー量または作動仕事量の相当値に応じて運転する相数を変更するように制御される。三相ブリッジ形の回路構成を備えたコンバータが該当する。

- すなわち、上記構成において、相当値が所定値より少ない場合には、当該相当値が当該所定値より以上の場合に運転する相数より少ない相数で運転することは好ましい。具体的には、入出力変換エネルギー量や作動仕事量をゼロから上昇させていくと、リアクトル銅損や素子損失が上昇していく一方、リアクトル鉄損は入出力変換エネルギー量や作動仕事量の大小に関わらずほぼ一定であり、複数相より単相の方がリアクトル鉄損は多い。これらの損失を合計で判断した場合、全体としての効率は、ある値より高い入出力エネルギー量や作動仕事量の相当値では、複数相駆動の方が単相駆動より高いが、この値より低い相当値の区間では単相駆動の方が、効率が高くなるという逆転現象を生じる。当該構成によれば、入出力変換エネルギー量や作動仕事量の相当値が相対的に高い領域では複数相で駆動されるが、全体の損失の逆転が生じる領域においては、複数相より少ない相数で駆動されるため、常に最善の効率で運転されるようになっている。
- 15
20

ここで「所定値」は電圧変換器全体の効率が逆転する値に対応させて設定する

が、必ずしもこの値である必要はなく、動作の安定性その他の事情を鑑みて適宜設定変更が可能である。

また本発明において、電圧変換器は、複数の相数で運転する複数相運転と単相で運転する単相運転とを切り換えるものであって、複数相運転時には、相当値が
5 第 1 の値より小さくなった場合に単相運転に切り換え、単相運転時には、相当値が第 1 の値より大きい第 2 の値を超えた場合に複数相運転に切り換えるように構成することは好ましい。

上記構成によれば、運転する相数を切り換える動作シーケンスはヒステリシスループを形成するようになるため、相数の切り換え後に元の相数に戻ったりする
10 不安定なハンチング状態を除去することが可能である。

ここで「第 1 の値」及び「第 2 の値」は複数相運転とそれより単相運転とで電圧変換器全体の効率が逆転する値に対応させて設定するが、必ずしもこの値である必要はなく、動作の安定性その他の事情を鑑みて適宜設定変更が可能である。

15 図面の簡単な説明

図 1 本実施形態に係るハイブリッド燃料電池システムのブロック図

図 2 本実施形態に係るハイブリッド燃料電池システムの制御方法を説明するフローチャート

図 3 本ハイブリッド燃料電池システムの動作ヒステリシスを示す図

20 図 4 三相ブリッジ形コンバータにおける各種損失特性図

図 5 三相ブリッジ形コンバータにおける全効率の説明図

発明を実施するための最良の形態

次に本発明を実施するための好適な実施形態を、図面を参照しながら説明する。

本発明の実施形態は、電気自動車に搭載する燃料電池システムに本発明を適用したものである。

図 1 に本ハイブリッド燃料電池システム 1 のシステム全体図を示す。当該ハイブリッド燃料電池システム 1 は、DC-DC コンバータ 20、二次電池 21、燃料電池 22、逆流防止用ダイオード 23、インバータ 24、三相モータ 25、減速装置 26、シャフト 27、車輪 29、電源制御部 10、走行制御部 11 を備えている。

二次電池 21 は本発明の蓄電装置であり、充放電自在なニッケル-水素電池等のバッテリーユニットを複数積層し直列接続することによって所定の電圧を出力するようになっている。二次電池 21 の出力端子には電源制御部 10 と制御信号 Cb によって通信可能なバッテリーコンピュータ 14 が設けられており、二次電池 21 の充電状態を過充電や過放電に至らない適正な値に維持するとともに、万が一二次電池に異常が生じた場合に安全を保つように動作するようになっている。当該二次電池 21 の出力は電流センサ 15 及び電圧センサ 16 により実測可能になっている。

DC-DC コンバータ 20 は、一次側に入力された電力を、一次側と異なる電圧値に変換して出力する電圧変換器である。当該実施形態では、二次電池 21 の直流出力電圧（例えば約 200 V）をさらに高い直流電圧（例えば約 500 V）に昇圧することによって三相モータ 25 を小電流・高電圧で駆動することを可能とし、電力供給による電力損失を抑制し、三相モータ 25 の高出力化を可能としている。当該 DC-DC コンバータ 20 は三相運転方式を取っており、具体的な回路方式としては三相ブリッジ形コンバータとしての回路構成を備えている。当該三相ブリッジ形コンバータは、入力された直流電圧を一旦交流に変換するインバータ類似の回路部分とその交流を再び整流して、異なる直流電圧に変換する部

分とが組み合わされている。図 1 に示すように、当該コンバータは一次入力端子間及び二次側出力端子間のそれぞれに、スイッチング素子 T_r 及び整流器 D の並列接続構造を二段重ねしたものを三相（ P_1 、 P_2 、 P_3 ）並列接続して構成されている。そして一次側と二次側とのそれぞれの二段重ね構造の中間点同士をリ

5 アクトル L で連結した構造をしている。スイッチング素子 T_r としては、例えば IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）を利用可能であり、整流器 D としてはダイオードを利用可能である。当該 DC-DC コンバータ 20 は相間の位相差が 120 度（ $2\pi/3$ ）ごとになるように調整されたタイミングでスイッチングされるようになっている。各々の相は、電源制御部 10 からの制御信号 C_c に基づいて独立して運転可能に構成されている。当該 DC-DC コンバータ 20 の出力は電流センサ 17 及び電圧センサ 18 により実測可能になっている。また DC-DC コンバータ 20 の入力電流値は電流センサ 15 から、出力電流値は電流センサ 17 から、また、入力電圧値は電圧センサ 16 から、出力電圧値は電圧センサ 18 から、それぞれ電源制御部 10 に出力可能になっている。

15 なお、この DC-DC コンバータ 20 は軽負荷運転時やブレーキ動作時には、三相モータ 25 を逆にジェネレータとして発電を行い、コンバータの二次側から一次側へ直流電圧を降圧して、二次電池 21 に充電を行う回生動作が可能になっている。

燃料電池スタック 22 は、複数の単セルをスタックし、直列接続して構成されている。単セルは、高分子電解質膜等を燃料極及び空気極の二つの電極で挟み込んだ構造物を燃料ガス（水素）と酸化ガスである空気（酸素）とを供給するためのセパレータで挟み込んだ構造をしている。燃料極は燃料極用触媒層を多孔質支持層上に設けてあり、空気極は空気極用触媒層を多孔質支持層上に設けてある。

燃料電池スタック 22 には、図示しない、公知の燃料ガスを供給する系統と空

気を提供する系統と、冷却水を提供する系統とが設けられており、これらの系統によって燃料ガスの供給量や空気の供給量を制御することにより、任意の発電量で発電可能になっている。

インバータ 24 は、DC-DC コンバータ 20 によって昇圧された高圧直流を
5 互いの位相が 120 度ずれた三相交流に変換するようになっている。当該インバータ 24 は、コンバータ 20 と同様に電源制御部 10 からの制御信号 C_i によって電流制御がされるようになっている。

三相モータ 25 は、本電気自動車の主動力となるものであり、減速時には回生電力を発生するようにもなっている。減速装置 26 はいわゆるディファレンシャル
10 ルであり、三相モータ 25 の高速回転を所定の回転数に減速し、車輪 29 を回転させる。シャフト 27 には車輪速センサ 28 が設けてあり、車輪速パルス S_r を走行制御部 19 に出力するようになっている。

走行制御部 11 は、走行状態制御用のコンピュータシステムであり、ブレーキペダルからのブレーキ位置信号 S_b と車輪速パルス S_r に基づいて三相モータ 2
15 5 の回生要求値を電源制御部 10 に出力するようになっている。この回生要求値はその他ステアリング舵角センサ、ヨーレート & G センサ、マスタシリンダ圧力センサ、ホイールシリンダ圧力センサからの検出信号にも基づいて出力されてもよい。

電源制御部 10 は、電源制御用のコンピュータシステムであり、例えば中央処理装置（CPU）101、RAM 102、ROM 103 等を備えている。当該電源制御部 10 は、アクセル位置信号 S_a やシフト位置信号 S_s、その他の各種センサからの信号を入力して、運転状態に応じた燃料電池スタック 22 の発電量及び三相モータ 25 におけるトルクを求めて、燃料電池スタック 22、三相モータ 25、及び二次電池 21 の電力収支にコンバータ 20 やインバータ 24 における
20

損失を加算した電源の全体制御を行うようにプログラムされている。

次に本実施形態のハイブリッド燃料電池システム 1 の動作を説明する。まず、DC-DCコンバータ 20 において発生する損失について説明する。

一般に、複数相を備える電圧変換器では、電圧変換器を通過するパワー（入出力変換エネルギー量、作動仕事量の相当値）によって変換器中で失われる電力、すなわち損失が変動する。ここで、複数相駆動の場合の効率とそれより少ない相で駆動した場合の効率とでは、効率のより良い相数が増える場合があることが分かった。例えば、図 4 は、当該 DC-DCコンバータ 20 のような三相ブリッジ形コンバータにおいて生じる損失特性図を示してある。図 4 に示すように、三相ブリッジ形コンバータにおける損失は、リアクトル成分によって失われるリアクトル銅損、IGBT等のスイッチング素子の動作に纏わり発生するモジュール損失、リアクトル成分により失われるリアクトル鉄損等が存在する。リアクトル銅損はコイルに起因するもので、通過するパワーが増大するに連れて増加し、三相運転時よりも単相運転時の方が大きい。モジュール損失も、通過パワーが増大するに連れて増加し、三相運転時よりも単相運転時の方が大きい。これに対し、リアクトル L の磁性体に起因するリアクトル鉄損は、通過するパワーが増減しても殆ど変化が無く、三相運転時の方が単相運転時よりも大きい。

図 5 にこれらの損失を加算した場合のコンバータ全損失とコンバータ変換効率との関係を示す。上述したように、リアクトル銅損及びモジュール損失とリアクトル鉄損とでは、単相と三相とで損失の大小関係が逆転しており、変化率の相違がある。このため、比較的通過パワーの大きな領域では相数の大きな三相運転の方が単相運転より損失が小さくなっているが、所定の通過パワー P_{th} 以下の領域では単相運転の方が三相運転より損失が小さくなっており、逆転現象が生じている。これをコンバータ全体の変換効率で見ると、相対的に小さい通過パワーの

場合には三相運転の効率より単相運転の効率の方が高くなっている。そこで本発明では比較的通過パワーの小さい領域においては相数の少ない単相運転とし、通過パワーが大きくなった場合には、相数の大きな三相運転に切り換えて運転することを特徴とする。

- 5 ここで、相ごとの全損失の大小関係が逆転している通過パワー P_{th} より大きい小さいかで運転する相数を切り換えることができるが、このような通過パワーを実測値により検出することには手間がかかる。また、通過パワーが高いほど切り換えに生ずるハンチング等の不都合が大きくなる傾向にある。このようなことから、本実施形態では、ある程度小さな通過パワーの領域で単相と三相とを切り換えるように制御する。例えば、図5に示すように、第1電力値 P_1 と第2電力値 P_2 を相数切換のしきい値とする。

- すなわち、図3に示すように、本実施形態では、DC-DCコンバータ20を三相で運転している場合には、通過パワーが第1電力値 P_1 （例えば4 kW）より小さくなった場合に単相運転に切り換えるように制御する。また、単相運転時
15 には、通過パワーが第1電力値より大きい第2電力値（例えば5 kW）を超えた場合に三相運転に切り換えるように制御する。このように二つのしきい値を持たせるのは、切り換え動作時に生じうるハンチング（発振のような不安定な現象）を防止するためである。すなわち、図3に示すように、このような動作シーケンスは、ヒステリシスループを形成するようになる。このため一旦運転する相数が
20 変更されると安定状態に入り、相数の切り換え後に元の相数に戻ったりまた切り換わったりする不安定なハンチング状態を除去することが可能となるからである。

次に、図2のフローチャートを参照して、本ハイブリッド燃料電池システム1の電源制御動作を説明する。

まず、電源制御部10は、図示しない水素圧センサ（例えば、燃料電池スタッ

クのアノード側ガス通路に設けたもの）・温度センサ（例えば、燃料電池スタックの冷却液出口に設けられたもの）からの検出信号を参照して、燃料電池スタック 22 の出力電流—出力電圧（ $I-V$ ）特性を特定する（S1）。燃料ガスである水素の供給圧が一定である場合、燃料電池の出力電流と出力電圧との関係は一義的に定まる。またこの関係は燃料電池の温度にも影響を受ける。ROM103 等には水素の供給圧ごとに、このような温度と $I-V$ 特性との関係を特定するデータテーブルが格納されており、電源制御部 10 はこのテーブルを参照して検出された温度に対応する出力電流—出力電圧特性を決定することができる。検出された温度に対応するデータテーブルが存在しない場合にはその前後の温度についてのデータテーブルを参照して、それぞれのデータテーブル上の特性値を検出された温度で加重平均して近似した出力電流—出力電圧特性を計算する。

次に当該ハイブリッド燃料電池システム 1 における負荷量を求めるため、電源制御部 10 はアクセル位置信号 S_a （加速要求値）及びシフト位置信号 S_s （前進、後進、変速比要求値）を参照し（S2）、三相モータ 25 に必要なトルク（負荷）を計算する（S3）。このトルクの量はインバータ 24 が出力すべき三相交流電力の実効電力となる。また、インバータ 24 やコンバータ 20 で生ずる電力損失も加味して、電源制御部 10 はシステム全体に要求される要求出力パワー P_r を決定する（S4）。

負荷量が小さい場合、要求出力パワー P_r を補うような燃料電池スタック 22 の目標発電量 P_{fc} が出力電流—出力電圧特性から求められ（S5）、その発電量 P_{fc} を出力可能な出力端子電圧となるよう、コンバータ 20 の二次側電圧が制御信号 C_c によって制御される。二次側電圧の変更のみでは、燃料電池スタック 22 による発電量では要求出力パワー P_r の総てを賄いきれない場合には、電源制御部 10 は燃料ガスや空気供給量を変化させて $I-V$ 特性を変更してパワー

の不足分を補うように制御する。

ところが、始動時や加速時等、急激に負荷量が上がる場合、燃料電池の応答性や出力制限が原因で、燃料ガスや空気供給量の増加によっては急激に変化した負荷量を一時補い切れない場合がある。このような場合には、二次電池 21 から電力がコンバータ 20 経由で二次側に供給されるようになる。このような場合に本発明の制御が必要となる。

電源制御部 10 は、電力収支計算を実施することによって、二次電池 21 からインバータ 24 に供給しなければならない電力、すなわちコンバータ通過パワー P_c を計算する (S6)。負荷量が小さい場合にはこの電力収支計算の結果は電力収支が均衡している、すなわちコンバータ通過パワー P_c がほぼゼロであることになる。

一方、電力収支計算の結果、一部の電力を二次電池 21 から補わなければならない場合、コンバータ通過パワー P_c は電力収支の差分に相当する値になる。

電源制御部 10 は、DC-DC コンバータ 20 が三相運転中であるか否かによって、相数を切り換えるしきい値を変化させる (S8)。すなわち現在三相運転中である場合 (S8: YES)、図 5 から判るように、比較的高い通過パワーであれば効率が良く、低い通過パワーになるほど効率が落ちる。このため、電源制御部 10 は、第 1 電力値 P_1 と通過パワー P_c とを比較し (S10)、第 1 電力値 P_1 より通過パワー P_c が大きい場合には (NO)、そのまま三相運転を続けるが、第 1 電力値 P_1 以下に通過パワー P_c がなった場合には (YES)、相対的に小さい通過パワーの場合に効率がよい単相運転に切り換える制御信号 C_c を出力する (S11)。

一方、現在すでに単相運転である場合 (S8: NO)、比較的低い通過パワーであれば効率が良いが高い通過パワーになると効率が落ちる。このため、電源制

御部 10 は、第 2 電力値 P_2 と通過パワー P_c とを比較し (S 12)、第 2 電力値 P_2 より通過パワー P_c が小さい場合には (NO) そのまま単相運転を続けるが、第 2 電力値 P_2 以上に通過パワー P_c がなった場合には (YES)、相対的に高い通過パワーの場合に効率が良い三相運転に切り換えるための制御信号 C_c

5 を出力する (S 13)。

なお、上記動作において、電力収支を推定してコンバータ通過パワーを算出していたが、電流センサ 15 及び電圧センサ 16 からコンバータ 20 の一次側電力を実測し、電流センサ 17 及び電圧センサ 18 から二次側電力を実測して、その差からコンバータ 20 の通過パワーを算出するようにしてもよい。

10 以上、本実施形態の処理によれば、DC-DC コンバータ 20 の通過パワー P_c の電力値に応じてその電力値で効率が良い相数が選択され、その相数による運転が実行されるので、コンバータの動作まで考慮した効率のよいハイブリッド燃料電池システム 1 を提供することができる。

(その他の実施形態)

15 本発明は上記実施形態以外にも種々に変更して適用することが可能である。

例えば、上記実施形態では三相運転と単相運転とを切り換えたが、異なる組合せ、例えば三相運転と二相運転とを切り換えたり、二相運転と単相運転とを切り換えたりする制御であってもよい。

また上記実施形態では、三相ブリッジ形コンバータを例示したが、当該回路構成に限定されるわけではない。複数相 (二相以上) によって駆動され、独立して相を切り換え可能な電圧変換器であれば本発明を適用可能であり、本発明の作用効果を奏するように運転可能である。

また上記実施形態では、コンバータを単相運転と三相運転との間で切り替えていたが、通過パワーに対応させて、単相から複数相まで何段階にも連続的に切り

替えたり、複数相から単相まで何段階も連続的に切り替えたりしてもよい。

また上記実施形態では、コンバータの通過パワーとして、通過電流と端子電圧との積である狭義の電力値を用いる他、入出力変換エネルギー量や作動仕事量の相当値や一定条件における電流値や電圧値等に基づいて相数を変換可能に構成さ

5 れていてもよい。

(産業上の利用可能性)

以上本発明によれば、電圧変換器を通過するパワーの相当値に応じて運転する相数を変更可能に構成されているので、電圧変換器の効率の良い相数を適宜選択することによって全体的な効率改善を図ることが可能である。このため、本発明

10 は、電圧変換器の通過パワーが頻繁に変更されるようなシステム、例えば車両、船舶、航空機等の移動体、ロボット、携帯電子端末等の電子機器に搭載される燃料電池システムに適する。

請求の範囲

1. 燃料電池と蓄電装置とを電圧変換器を介して接続するハイブリッド燃料電池システムにおいて、

該電圧変換器は複数相を複数備えるものであって、

5 該電圧変換器を通過するパワーの相当値に応じて、該電圧変換器で使用する該相の数を変更する制御部を備える、ハイブリッド燃料電池システム。

2. 燃料電池と蓄電装置とを電圧変換器を介して接続するハイブリッド燃料電池システムにおいて、

前記電圧変換器は複数相を備えるものであって、

10 前記電圧変換器の入出力変換エネルギー量または作動仕事量の相当値に応じて運転する相数を変更可能に構成されていること、を特徴とするハイブリッド燃料電池システム。

3. 前記相当値が所定値より少ない場合には、当該相当値が当該所定値より以上の場合に運転する相数より少ない相数で運転される、請求項 1 または 2 に記載
15 のハイブリッド燃料電池システム。

4. 前記電圧変換器は、複数の相数で運転する複数相運転と単相で運転する単相運転とを切り換えるものであって、

前記複数相運転時には、前記相当値が第 1 の値より小さくなった場合に前記単相運転に切り換え、

20 前記単相運転時には、前記相当値が前記第 1 の値より大きい第 2 の値を超えた場合に前記複数相運転に切り換える、請求項 1 または 2 に記載のハイブリッド燃料電池システム。

5. 前記電圧変換器は三相ブリッジ形コンバータであり、前記相当値に応じて運転する相数を変更するよう制御される、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載

のハイブリッド燃料電池システム。

6. 燃料電池と蓄電装置とを電圧変換器を介して接続するハイブリッド燃料電池システムの電圧変換制御方法において、

該電圧変換器が複数相を備えている場合に、

5 該電圧変換器を通過するパワーの相当値を検出し、

検出された該相当値に対応させて、使用する該相の数が変更される、ハイブリッド燃料電池システムの電圧変換制御方法。

7. 前記相当値が所定値より少ない場合には、当該相当値が当該所定値より以上の場合に運転する相数より少ない相数が使用される、請求項6に記載のハイブ

10 リッド燃料電池システムの電圧変換制御方法。

8. 前記電圧変換器が、複数の相数で運転する複数相運転と単相で運転する単相運転とを切り換え可能な場合に、

前記複数相運転時には、前記相当値が第1の値より小さくなった場合に前記単相運転に切り換え、

15 前記単相運転時には、前記相当値が前記第1の値より大きい第2の値を超えた場合に前記複数相運転に切り換えられる、請求項6または7に記載のハイブリッド燃料電池システムの電圧変換制御方法。

図 1

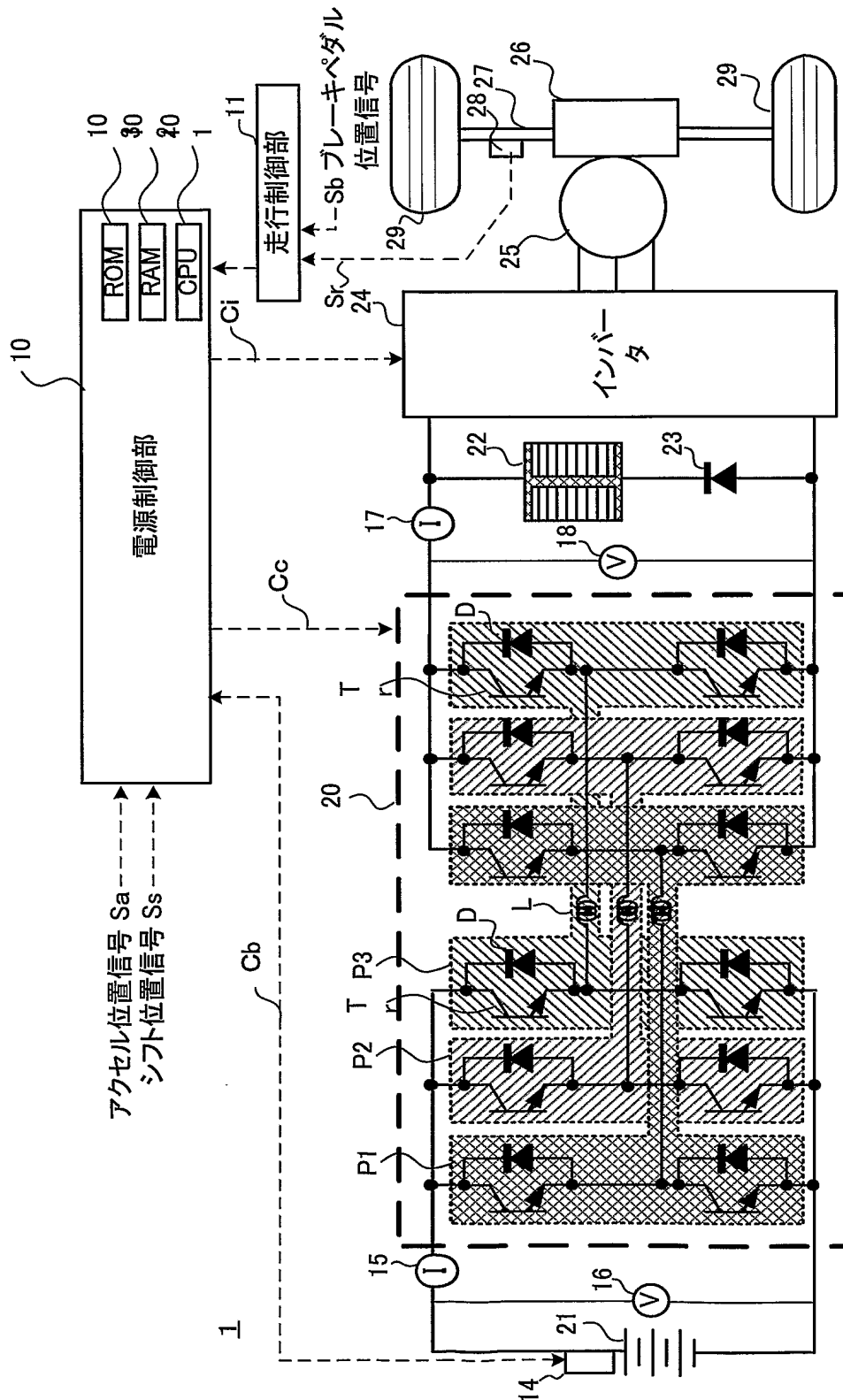


図2

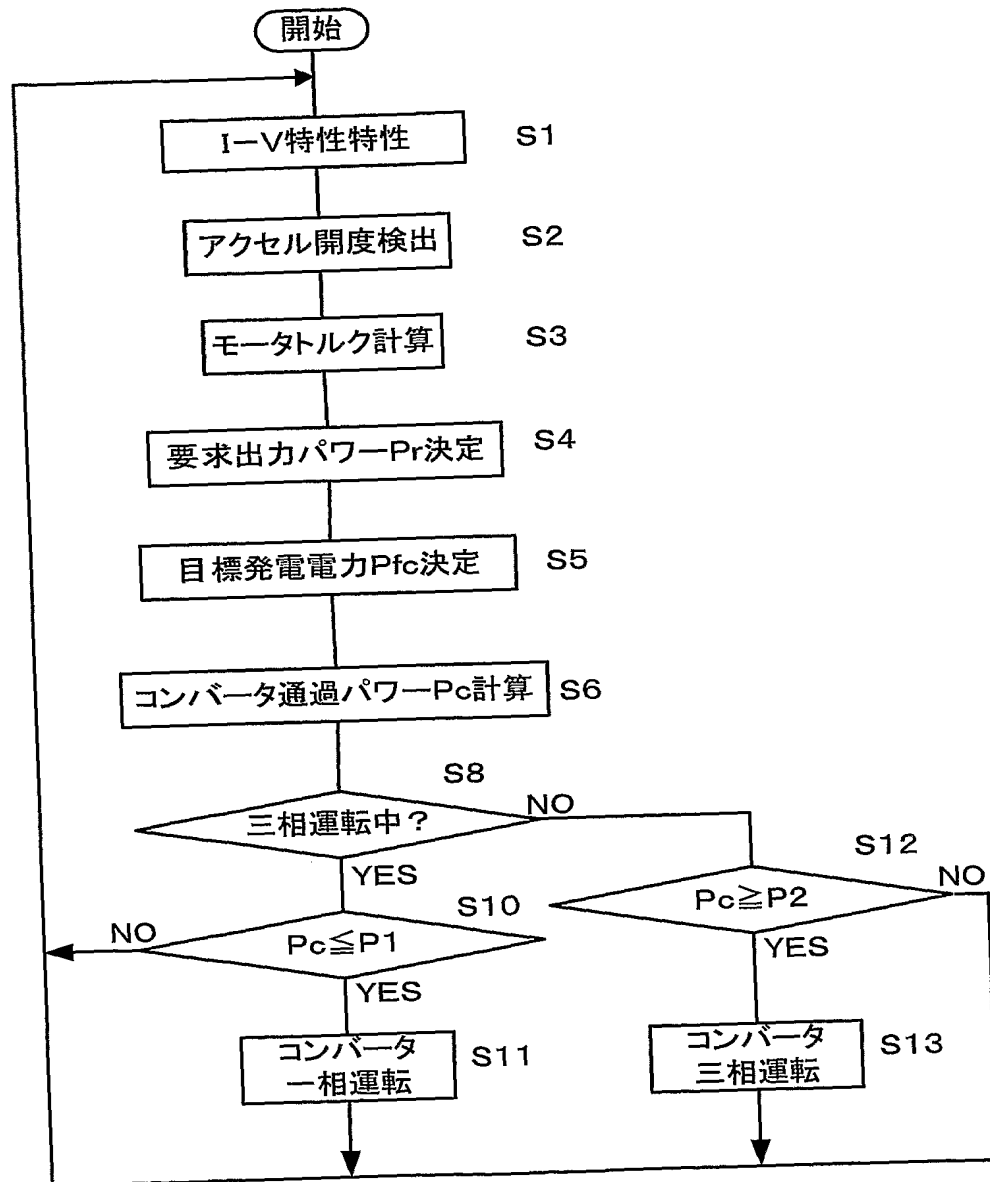


図3

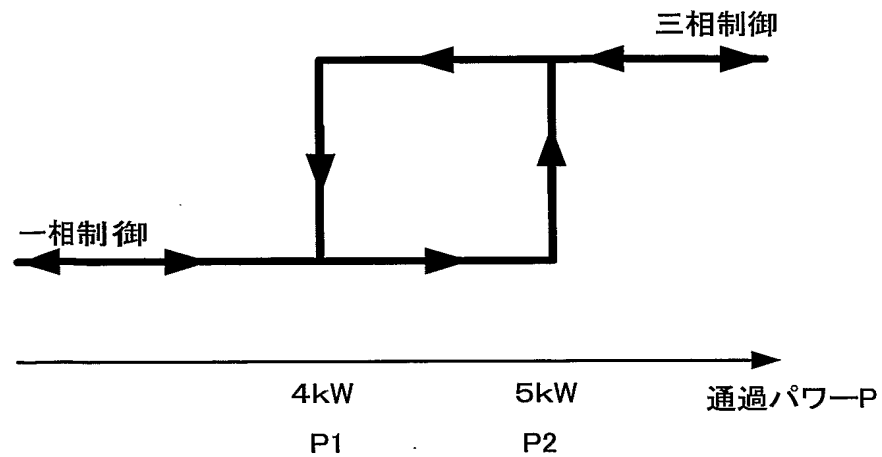


図4

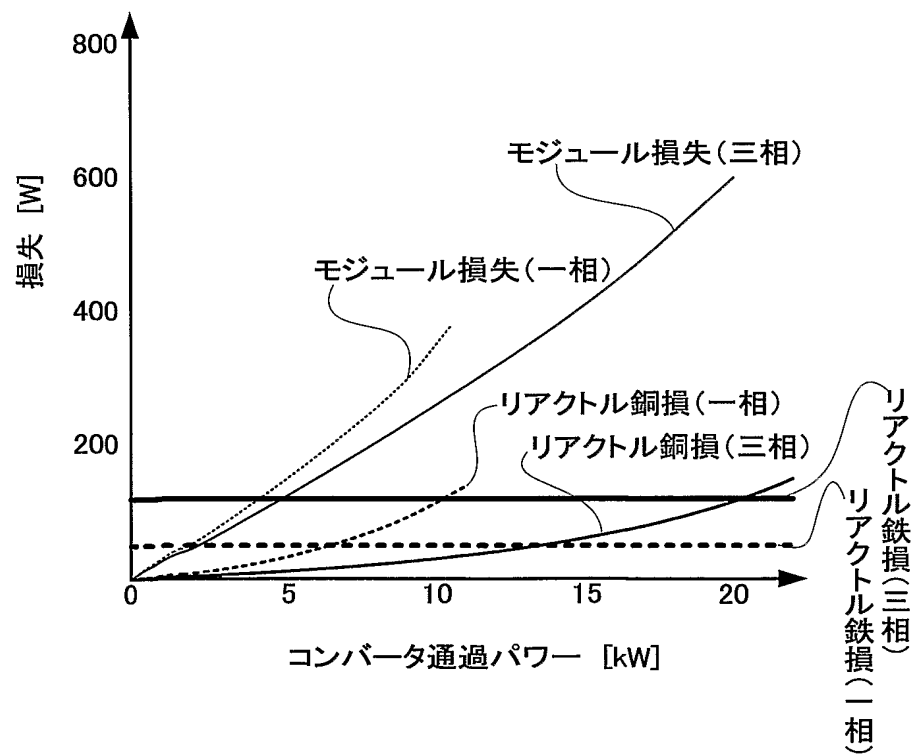
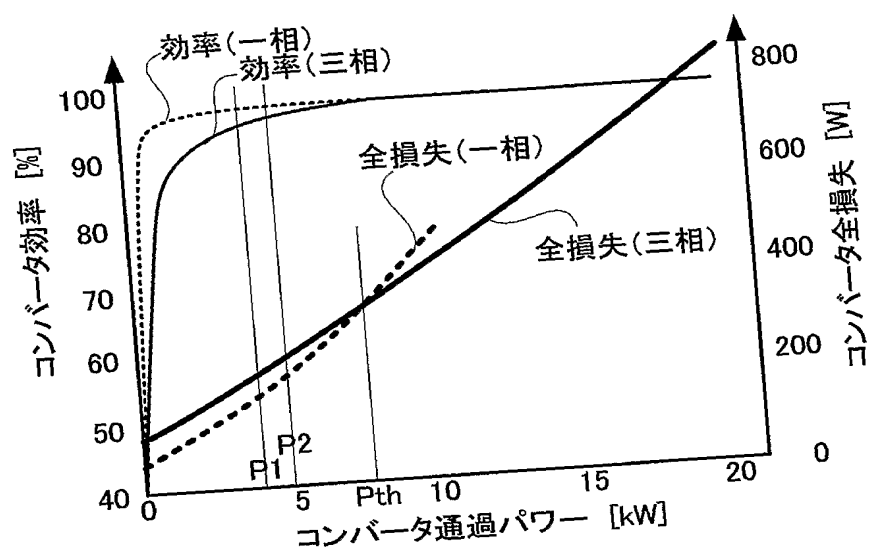


図5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/001875

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H02J7/34, B60L11/18, H01M8/00, 8/04, H02J7/00, H02M3/155

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H02J7/34, B60L11/18, H01M8/00, 8/04, H02J7/00, H02M3/155

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-235252 A (Toyota Motor Corp.), 11 April, 2003 (11.04.03), Par. Nos. [0016] to [0062]; Fig. 9 (Family: none)	1-8
A	JP 2003-111384 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 11 April, 2003 (11.04.03), Full text; all drawings & US 200/0041473 A1 & EP 1433237 A & WO 03/032462 A2	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 May, 2005 (10.05.05)

Date of mailing of the international search report
24 May, 2005 (24.05.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H02J7/34, B60L11/18, H01M8/00, 8/04, H02J7/00, H02M3/155

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H02J7/34, B60L11/18, H01M8/00, 8/04, H02J7/00, H02M3/155

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2 0 0 3 - 2 3 5 2 5 2 A (トヨタ自動車株式会社) 11.04.2003, 【0016】 - 【0062】, 図9 (ファミリーなし)	1-8
A	J P 2 0 0 3 - 1 1 1 3 8 4 A (日産自動車株式会社) 11.04.2003, 全文, 全図 & US 2004/0041473 A1 & EP 1433237 A & WO 03/032462 A2	1-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.05.2005

国際調査報告の発送日

24.5.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

尾家 英樹

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

3V

3328